

Área Temática: Inovação e Gestão Tecnológica

Análise da introdução do biodiesel na matriz energética brasileira sob as perspectivas do desenvolvimento sustentável e da inovação

AUTORES

RÉGIS RATHMANN

Universidade Federal do Rio Grando do Sul
rrathmann@ea.ufrgs.br

OMAR BENEDETTI

Universidade Federal do Rio Grando do Sul
omarbenedetti@yahoo.com.br

ANTONIO DOMINGOS PADULA

Universidade Federal do Rio Grando do Sul
adpaula@ea.ufrgs.br

Resumo: Dada a importância da questão energética em função do caráter finito das reservas petrolíferas, agregada à necessidade da criação de alternativas sustentáveis de desenvolvimento, as pesquisas mundiais voltam-se a estudos de utilização da biomassa como fonte de energia. O Brasil entra de forma efetiva nessa iniciativa a partir da inserção do marco regulatório, representado pela Lei 11.097/2005. O objetivo desse artigo é tentar fazer uma perspectiva dos vários efeitos do biodiesel, nas dimensões da sustentabilidade e da inovação propostas pela literatura já existente sobre o tema. Analisando o biodiesel sob a perspectiva econômica, social e ambiental pode-se afirmar que esta inovação representa uma medida de desenvolvimento sustentável, tanto por gerar inclusão social, quanto por emitir menos poluentes que o diesel de petróleo. Por fim ressalta-se que existem outras dimensões que necessitam serem analisadas, como, por exemplo, estudos acerca da viabilidade econômica dos projetos envolvendo essa cadeia produtiva.

Abstract: Given the importance of the energy question in function of the finite character of the petroliferous reserves, added to the necessity of the creation of sustainable alternatives of development, the world-wide research turns it studies of use of the biomass as power plant. Brazil enters of form accomplishes in this initiative from the insertion of the regulatório landmark, represented for Law 11.097/2005. The objective of this article is to try to make a perspective of the some effect of biodiesel, in the dimensions of the sustentabilidade and the innovation proposals for existing literature already on the subject. Analyzing biodiesel under the economic, social and ambient perspective as much for generating social inclusion can be affirmed that this innovation represents a measure of sustainable development, how much for emitting pollutant little than diesel of oil. Finally we stand out that other dimensions exist that need to be analyzed, as, for example, studies concerning the economic viability of the projects involving this productive chain.

Palavras chave: Inovação; Gestão; Biodiesel.

Análise da introdução do biodiesel na matriz energética brasileira sob as perspectivas do desenvolvimento sustentável e da inovação

1. Introdução

A era do petróleo pode estar chegando ao fim. Nos últimos meses o petróleo voltou a atingir preços elevados. As razões mais apontadas pelos especialistas para explicar os constantes aumentos nos preços do barril de petróleo estão, geralmente, relacionadas a dois fatores. O primeiro está ligado a uma conjunção de elementos geopolíticos que afetam a oferta. As principais áreas produtoras estão localizadas em regiões de conflitos de ordem religiosa e política, e sem visibilidade de solução no curto prazo.

A segunda explicação está relacionada ao atual desequilíbrio entre a oferta e a demanda mundial de petróleo. A demanda mundial cresceu 5% no segundo trimestre do ano de 2004 em relação a 2003. Esse aumento está relacionado ao rápido crescimento do consumo nos Estados Unidos, na Ásia e, em particular na China. O consumo per capita de energia vem crescendo em torno de 3% ao ano no mundo desde 1985 (PIRES, 2004). Neste contexto, a alta demanda por petróleo provoca situações de escassez relativa, abrindo possibilidades para um possível desabastecimento futuro. Outros estudos apontam que a tendência para o ano de 2020 é de um consumo diário de 120 milhões de barris dia, aproximadamente superior em 53% ao consumo atual (FACULDADE DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMÁTICAS, 2005).

O petróleo é uns dos pilares da atual economia, entretanto não é um recurso sustentável. Em primeiro lugar o petróleo é um recurso fóssil e, portanto, não renovável. Em segundo lugar, utilizado como combustível, ele produz elevados índices de poluição prejudicando o bem estar da humanidade e do meio ambiente. Devido aos avanços tecnológicos em diversas áreas do conhecimento, novas fontes de energia estão começando a serem utilizadas como alternativas aos derivados do petróleo. Grandes empresas petrolíferas do mundo, como a ExxonMobil, Shell e a Petrobrás, já tornaram públicos seus interesses em investir no desenvolvimento de fontes de energia alternativas ao petróleo, tal como gás natural, a célula de hidrogênio, a energia solar, a eólica e o biodiesel (PIRES, 2004).

Muitas pesquisas sugerem a utilização da Biomassa para fins energéticos, principalmente como combustível, inclusive sendo apontada por alguns como um pilar da produção de energia do século atual. Biomassa são todos os organismos biológicos que podem ser aproveitados como fontes de energia: a cana-de-açúcar, o eucalipto, a beterraba (dos quais se extrai álcool), o biogás (produzido pela biodegradação anaeróbica existente no lixo e dejetos orgânicos), lenha e carvão vegetal, alguns óleos vegetais (amendoim, soja, dendê, mamona), etc (RAMOS, 2003).

Na década de 70, estimulado pela crise do petróleo, o Brasil desenvolveu um programa buscando uma nova fonte combustível com o objetivo de diminuir a dependência do Petróleo, chamado Programa Nacional do Álcool – Proálcool. Em geral o programa apresentou um saldo positivo, pois as metas foram atingidas e superadas, demonstrando, sobretudo, o valor das potencialidades da biomassa no Brasil (PARENTE, 2003). Entretanto o álcool não é um substituto direto do óleo diesel, que é o derivado de petróleo mais consumido no Brasil.

Há alguns anos vem sendo discutida pelas principais instituições do país uma nova alternativa renovável para substituir parcialmente o óleo diesel de petróleo, que é o derivado do petróleo que tem o maior consumo como combustível no Brasil, com cerca de 55,7% (MINISTÈRIO DAS MINAS E ENERGIA, 2005). Esse alto consumo se explica pela opção do transporte rodoviário como principal meio de transporte em um país de dimensões

continentais como o Brasil. Além disso, toda a frota de maquinários agrícolas e trens de carga empregam esse combustível.

Assim aponta-se como uma alternativa o biodiesel, que é o produto obtido da transesterificação de óleos e gorduras de origem vegetal, animal ou residual, e pode ser utilizado como combustível puro ou misturado ao óleo diesel.

Hoje essa alternativa inovadora já é realidade com a publicação da lei 11.097/2005 - a lei do biodiesel - no Diário Oficial da União do dia 14 de janeiro de 2005. A lei dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira (PRESIDENTE DA REPÚBLICA, 2005); (INOVAÇÃO TECNOLOGIA, 2005).

O biodiesel pode representar uma ótima inovação sustentável para sociedade brasileira gerando efeitos positivos em vários segmentos (social, econômico, meio ambiente, etc). Tendo em vista a crescente preocupação não só dos ambientalistas, mas também das autoridades em criar estratégias para o desenvolvimento sustentável do país, o objetivo deste trabalho é tentar fazer uma perspectiva dos vários efeitos do biodiesel nas dimensões da sustentabilidade propostas pela literatura já existente sobre o tema.

Na primeira seção será tratado o assunto da inovação e seus impactos na economia. Após será discutido a questão da sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável. Na terceira seção serão descritos os aspectos técnicos, ambientais e econômicos do biodiesel, conforme a literatura, e sua implantação no Brasil. Na quarta seção serão discutidos os efeitos positivos e negativos da introdução do biodiesel na matriz energética brasileira nas dimensões da sustentabilidade. Por fim os autores apresentarão suas conclusões a respeito da sustentabilidade do biodiesel no Brasil.

2. Inovação

O significado de inovação pode ser compreendido pela raiz da palavra, *nova* que vem do latim e tem significado similar em português, novo. Um conceito mais elaborado seria aquele no qual inovação é o conjunto, combinação, ou síntese do conhecimento relacionado ao que seja relevante e original no desenvolvimento de novos produtos, processos e serviços (HB ESSENTIAL, 2003). Nesses conceitos observamos que os autores adicionam algum valor econômico a uma invenção, ou seja, inovação é algo novo que possa ser explorado comercialmente.

Colocando um certo nível de utilitarismo se argumenta que a inovação só ocorre porque é necessária e existem condições suficientes para fazê-la (TANG, 1998). A difusão de uma inovação ocorre, então, quando a performance e o custo vencem certos limites e ganham vasta aceitação no mercado. A difusão de uma inovação tecnológica está mais ligada a fenômenos sociais, como comunicação e a formação de opinião e normas legais, do que aos aspectos econômico-tecnológicos, ou seja, uma inovação não vende por si só, ou seja, são necessárias ações e mecanismos sociais para fazer com que uma inovação seja aceita pelo mercado (ROGERS, 1983).

Além disso, as regras econômicas de determinada região influenciam diretamente no sucesso de uma inovação, levando a que seja importante conhecer as forças competitivas de cada setor: os clientes, fornecedores, os concorrentes, os entrantes em potencial e os produtos substitutos (PORTER, 1999).

A maior parte da contribuição teórica dos autores, que estudam a inovação, a classificam em dois tipos: incremental e radical. Inovação incremental pode ser entendida como a melhoria ou modernização de um produto, serviço ou processo já existente. Já inovação radical é a invenção (criação) de alguma coisa nova no mundo, rompendo com os métodos e tecnologias já existentes. Para isso utiliza-se o termo *disruptive technology*, o qual enfatiza o potencial que uma inovação radical tem de transformar um modelo de negócio existente de uma organização, ou mesmo de um mercado inteiro (CHRISTENSEN, 2005).

Um exemplo de inovação radical é a tecnologia de imagem digital usada nas câmeras que representou uma ruptura com a tecnologia antecessora de filmes químicos desenvolvida por George Eastman. Uma inovação radical tem o poder de mudar as bases da competição de um mercado favorecendo o inovador, além disso, ela pode trazer uma melhor performance para empresa inovadora com uma sensível redução de custos em médio prazo, dado que no curto prazo as necessidades de investimento são muito altas.

Para saber quando uma inovação é radical ou incremental, um time de pesquisadores da Rensselaer Polytechnic caracterizou a inovação radical como tendo uma ou mais das seguintes características:

- Um grupo inteiramente novo de características de desempenho;
- Uma melhora nas características de desempenho conhecidas em torno de 5 vezes ou mais;
- Redução de custos de 30% ou mais.

Fica visível o enfoque tecnológico e econômico nesta definição de inovação radical. Henderson e Clark (1990) identificam além do conceito de inovação incremental e inovação radical, a inovação arquitetônica e modular:

- Arquitetônica: modifica a maneira na qual os componentes de um produto são interligados, enquanto deixa intactos os conceitos fundamentais do projeto;
- Modular: Modifica somente os conceitos fundamentais do projeto de uma tecnologia. Significa a introdução de uma nova tecnologia em um produto cuja arquitetura (projeto) permanece essencialmente a mesma (HENDERSON E CLARK, 1990).

Também é possível estudar a inovação sob uma perspectiva de cadeia de suprimentos. Para isso se introduz o conceito de cadeia de valor agregado da inovação, no qual estão inseridos a empresa inovadora, o fornecedor, o cliente e a empresa inovadora complementar. Tem-se como argumento que as empresas não podem negligenciar a cadeia de valor da inovação ao elaborarem estratégias de uma gama de novos produtos, pois esta será percebida de diferentes formas pela cadeia de valor (AFUAH E GAHRAM, 1995).

Para ilustrar o impacto de uma inovação em sua cadeia de valor agregado, citam o exemplo do carro elétrico. Para as companhias de carro, para os fornecedores de componentes e de complementaridades essa inovação é vista como radical, ou seja, uma tecnologia completamente diferente da antiga, o carro a combustão de gasolina. Muitas mudanças serão necessárias, desde novas instalações, novos componentes, novos conhecimentos, novos projetos, etc. Para as empresas de gasolina o carro elétrico também representará uma inovação radical, pois não o mesmo não mais utilizar-se-á de seu principal produto ofertado. Entretanto, para o consumidor a mudança será incremental, pois eles não necessitam novas habilidades para dirigir.

Um exemplo que fracassou devido ao fraco entendimento dos impactos de uma inovação na cadeia de valor agregado foi o lançamento do teclado Dvorak DSK para computadores. Estudos indicavam que, esse novo teclado, permitia uma digitação de 20% a 40% mais veloz do que o teclado convencional devido ao novo arranjo das teclas. Para a empresa o teclado representaria uma inovação arquitetônica, pois os conceitos fundamentais e os componentes do teclado não mudariam. Para os fornecedores era uma inovação incremental já que os componentes permaneciam os mesmos. Entretanto, para os consumidores a inovação era vista como radical na medida que teriam que reaprender a digitar deixando de lado as suas habilidades com o teclado convencional. Essa, talvez, tenha sido a razão pela qual esta inovação fracassou no mercado (AFUAH E GAHRAM, 1995).

Essas abordagens permitem visualizar a inovação sob diferentes perspectivas, ressaltando a importância do impacto de uma mudança (inovação) na cadeia de suprimentos

ou de valor agregado. Assim a taxonomia de inovações passa a ter um ar mais dinâmico e relativo para caracterizar a introdução de um novo produto ou serviço no mercado.

3. Sustentabilidade

Um dos temas que cada vez mais vêm ganhando espaço em debates políticos, acadêmicos e sociais é a preocupação com a dimensão ambiental do desenvolvimento econômico. Nesta seção tentaremos elucidar os significados de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável.

O significado da palavra sustentável é um tanto superficial para explicar o conceito de sustentabilidade, que é bastante amplo, admitindo variações de acordo com interesses e posicionamentos, além do que ainda é recente e por isso sujeito a ambigüidades e dilemas. Assim sustentabilidade deveria compreender todas as medidas que visam manter a capacidade de reposição de uma população de uma determinada espécie, animal ou vegetal (RUSCHEINSKY, 2004).

Quando o assunto refere-se aos recursos naturais, como agricultura, mineração ou atividades industriais, o conceito de sustentabilidade ganha maior complexidade. Primeiro por que é necessário definir os parâmetros do que se estima ser sustentável. Além disso, a sustentabilidade pode assumir diferentes enfoques, por exemplo, sustentabilidade econômica, ambiental, do solo, do minério, da produtividade sustentável e assim por diante. Ainda existe o contexto local (cultural, social e geográfico) específico de cada região, pois o que pode ser considerado sustentável na região sul de um determinado país pode não ser na região do nordeste do mesmo (RUSCHEINSKY, 2004).

É notável que a questão da sustentabilidade iniciou-se com a preocupação com as questões ambientais, entretanto não podemos separar a sustentabilidade ambiental das questões referentes a sustentabilidade econômica e social. Estratégias e políticas que enfoquem apenas a sustentabilidade ambiental, negligenciando a econômica e social, podem fracassar. Esse enfoque desagrada os ambientalistas mais radicais, que vêem no conceito e enfoque da sustentabilidade uma perda da radicalidade do movimento ambientalista. Mesmo assim a perspectiva da sustentabilidade deve ser vista de maneira sistêmica: "...a sustentabilidade refere-se à capacidade de um modelo ou sistema sustentar-se na dinâmica evolutiva sem permitir que algum setor aprofunde-se em crises de tal forma que venha a atingir a totalidade" (RUSCHEINSKY, 2004, p.20).

Completando a idéia do enfoque sistêmico, evoluímos para o conceito de desenvolvimento sustentável, que segundo o relatório da OECD (2002) pode ser assim definido:

“Embora não exista nenhuma definição prática, universalmente aceitável de desenvolvimento econômico sustentável, o conceito evolui para abranger três perspectivas principais: econômica, social e ambiental. Cada perspectiva corresponde a um domínio (e a um sistema) que tem suas próprias forças direcionadoras e objetivos distintos. A economia é engrenada principalmente para melhorar o bem-estar humano, basicamente através dos incrementos do consumo de bens e serviços. O domínio ambiental focaliza a proteção e a resiliência da integridade de sistemas ecológicos. O domínio social enfatiza o enriquecimento dos relacionamentos humanos, a realização de aspirações do indivíduo e do grupo, e a afirmação dos valores e das instituições”.

Uma consistente definição de desenvolvimento sustentável tem-se como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades” (ASSIS, 2004, p. 41).

O principio subjacente ao conceito de desenvolvimento sustentável é o conceito da solidariedade diacrônica e da solidariedade sincrônica. A solidariedade diacrônica consiste na responsabilidade da população futura de não incorrer em ações irreversíveis ao meio-ambiente

capazes de alterar negativamente o modo de vida destas, em decorrência da exaustão dos recursos e do processo cumulativo de poluição. A solidariedade sincrônica corresponde à responsabilidade com a geração presente, na qual a equidade social entre as nações e dentro delas é o ponto central (RUSCHEINSKY, 2004).

Existem ainda muitas incertezas, dilemas e ambigüidades no nexos entre desenvolvimento tecnológico e meio ambiente, entre economia e qualidade de vida. Em termos gerais, o capitalismo necessita progressivamente funcionar com menor custo do trabalho constante, bem como dos bens naturais imprescindíveis, e ao mesmo tempo, no sentido inverso, com maior consumo constante dos produtos e sua renovação. Logo é muito difícil que uma proposta possa ser ambientalista e cumprir as exigências fundamentais referidas, uma vez que a sustentabilidade acrescenta custos à empresa.

Apesar dos problemas de implantar políticas ambientais, a questão ambiental não é apenas um desejo da sociedade, mas sim, uma necessidade de sobrevivência, tanto para as próximas gerações, quanto para as gerações atuais. Um claro indicativo nesse sentido é a assinatura, por diversos países desenvolvidos, do Protocolo de Kyoto, através da qual estes se comprometeram em diminuir a emissão de gases poluentes, dentre outras determinações.

Apesar do grande volume de conhecimento existente para solucionar os problemas ambientais, são os interesses econômicos e a cultura de consumo vigente que exercem maior influência sobre os efeitos admissíveis e os mecanismos de regulação em questões ambientais (RUSCHEINSKY, 2004).

4. Biodiesel

Desde a invenção do motor de combustão interna, com ignição por compressão (ciclo diesel), sabe-se que os motores podem usar óleos vegetais como alternativa de combustível. Porém, já no começo do século XX constatava-se que a utilização de óleos vegetais sem qualquer modificação provocava problemas ao funcionamento dos motores. O que acontecia era que com o uso prolongado de óleos vegetais, devido a uma combustão incompleta, havia produção de depósitos de carbono nos motores, provocando a adesão dos anéis, assim como o entupimento dos injetores, ocasionando, eventualmente, à falha geral daqueles (PLÀ, 2002).

Esses problemas foram resolvidos através de modificações nos óleos, que originaram os diversos tipos de biodiesel, sendo que o processo mais difundido de obtenção do biodiesel é o de transesterificação com catalisador alcalino, que envolve a reação do óleo vegetal com um álcool, utilizando como catalizador a soda cáustica. O resultado dessa reação é um éster (biodiesel), e o seu principal subproduto é a glicerina. Com esse processo o biodiesel pode substituir o diesel de petróleo nos motores do ciclo diesel (MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA, 2005).

Atualmente novos processos estão sendo testados, sendo alguns deles: a) BIOX, b) USDA, c) processo via fase super crítica, d) processo via micro emulsão, e) esterfip, f) ultrassom, g) reator tubular, h) borra de refino e i) tratamento com magnesol (BUNGE, 2005).

Conforme, Ramos (2003, p.30): “A grande compatibilidade do biodiesel com o diesel convencional o caracteriza como uma alternativa capaz de atender à maior parte da frota de veículos a diesel já existentes no mercado, sem qualquer necessidade de investimentos tecnológicos no desenvolvimentos de motores.” Mesmo misturando com o diesel mineral, o biodiesel melhora as características do combustível fóssil, pois possibilita a redução dos níveis de ruído e melhora a eficiência da combustão pelo aumento do número de cetano (GALLO, 2003).

Além da compatibilidade técnica, a adoção do biodiesel, mesmo em proporções pequenas, ou seja, adições de 2% a 5% no diesel de petróleo proporcionará impactos positivos no meio-ambiente, reduzindo as emissões de óxido de enxofre e gases que contribuem para o efeito estufa (MITTELBACH 1985).

Na combustão com os derivados de petróleo são liberados para o ambiente pelo processo o dióxido de carbono (CO₂) e água. Entretanto, como o processo, na prática, não é perfeito, devido a problemas de regulagem, desgaste e outras variáveis, os motores também liberam pequenas quantidades de monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos diversos, óxidos de enxofre (SO₂) e de nitrogênio (NO₂) e fuligem (PLÁ, 2002).

Segundo Plá (2003) a emissão de óxidos de enxofre e de nitrogênio provoca irritações nas vias respiratórias e contribui para a formação de chuvas ácidas. Uma das vantagens da utilização do biodiesel em sua forma pura é que os óxidos de enxofre estão praticamente ausentes no escapamento dos motores. Outra vantagem é que biodiesel é facilmente biodegradável, ou seja, em caso de vazamento ou liberação ao meio-ambiente de maneira acidental não seria prejudicial aos demais seres-vivos.

A matéria prima para a produção do biodiesel pode ser qualquer um dos óleos vegetais, como os óleos vegetais de soja, mamona, girassol, palma (dendê), algodão, milho, babaçu, amendoim, canola, gordura animal, óleos residuais e outras oleaginosas. Essas oleaginosas possuem um potencial de produção de óleo que pode variar entre 150 litros / ha. no caso do milho, até 5.900 litros / ha. no caso do dendê. A possibilidade de produção agrícola, dessa ampla variedade de matérias-primas, necessárias à obtenção do biodiesel, é uma vantagem comparativa que o país possui em relação a todos os outros países produtores de oleaginosas (LADETEL, 2005).

Para iniciar a produção no Brasil, o óleo de soja seria a matéria-prima indicada, pois já existe uma estrutura produtiva no país capaz de fornecer o óleo de maneira abundante e acessível. O biodiesel também poderia ser produzido a partir do óleo residual das frituras, pois além do custo ser baixo, a utilização desses óleos poderia eliminar uma fonte de poluição ambiental, tendo em vista que estes resíduos acabam sendo jogados em lagos ou em aterros sanitários (PLÁ, 2002).

4.1 Introdução do Biodiesel no Brasil – Lei 11.097/2005

A autorização para a mistura do biodiesel ao óleo oriundo do petróleo é um importante passo numa caminhada que começou em outubro de 2002, quando o Ministério da Ciência e Tecnologia criou e passou a comandar o Programa Brasileiro de Biocombustíveis – Probiobiodiesel. Foi montado um projeto de trabalho envolvendo vários ministérios, a Embrapa, centros de pesquisas de universidades e empresários. A partir daí foram realizados no país vários experimentos de produção de biodiesel, sendo que a Petrobrás pesquisou e apontou a viabilidade técnica do "óleo verde", como é chamado.

O biodiesel passa a ser uma realidade, com a publicação da lei 11.097/2005 - a Lei do Biodiesel - no Diário Oficial da União do dia 14 de janeiro de 2005. A figura 1 mostra uma linha histórica, desde a publicação da lei, até a adição compulsória de 5% do biodiesel ao óleo diesel a partir de 2013.

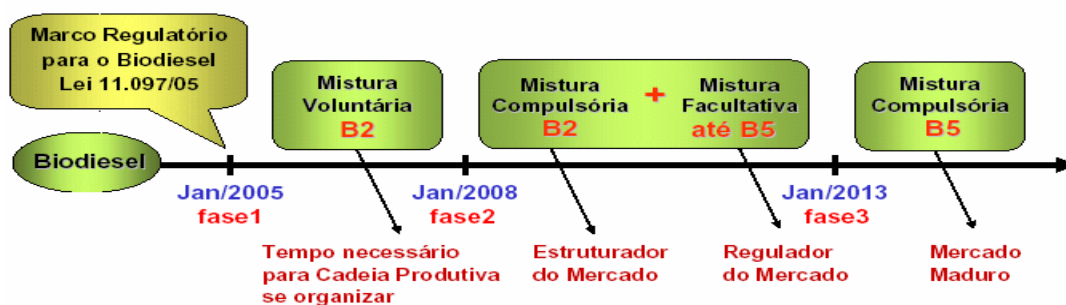


Figura 1: Evolução do marco regulatório
Fonte: ABIOVE (2005)

Os prazos para atendimento do percentual mínimo podem ser reduzidos em razão de resolução do Conselho Nacional de Política Energética - CNPE, observados os seguintes critérios (PRESIDENTE DA REPÚBLICA, 2005):

- a disponibilidade de oferta de matéria-prima e a capacidade industrial para produção de biodiesel;
- a participação da agricultura familiar na oferta de matérias-primas;
- a redução das desigualdades regionais;
- o desempenho dos motores com a utilização do combustível;
- as políticas industriais e de inovação tecnológica.

Conforme a Lei, caberá à Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP definir os limites de variação admissíveis para efeito de medição e aferição dos percentuais da mistura do biodiesel ao diesel de petróleo. A própria Agência Nacional de Petróleo (ANP) tem seu nome alterado para Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Apesar do B2 (biodiesel a 2% misturado com o diesel) ainda ser uma pequena proporção - gera uma necessidade de aproximadamente 800 milhões de litros, considerando o consumo efetivo de óleo diesel em 2004. (ANP, 2005) -, a tendência é chegar aos B100 (100% biodiesel) em algumas décadas.

4.2 Volume do Diesel Utilizado no Brasil e a Economia de Divisas

A Petrobrás já produz cerca de 94% do total do diesel consumido no Brasil. O restante é importado, impactando negativamente na balança comercial brasileira (ANP, 2005). Além disso, essa despesa está sujeita às altas e baixas nos preços internacionais dos combustíveis, e no caso de uma crise no abastecimento, seja por motivos de escassez relativa ou pelo fato de que 85% das reservas encontram-se em territórios conflituosos (Ex: Oriente Médio), poderiam ser geradas fortes pressões inflacionárias.

Em 2004 o Brasil gastou com importações, dada a não suficiência interna de produção do óleo diesel, aproximadamente US\$ 826 milhões, em dólares correntes (Página ANP, 2005). Esta mesma agência estima que a diminuição de importações com petróleo e derivados, proveniente da mistura de biodiesel a 2% no óleo diesel (B2), geraria uma economia em divisas de US\$ 160 milhões / ano, enquanto que para a mistura de biodiesel a 5% no óleo diesel (B5) haveria uma economia de US\$ 400 milhões / ano (ANP, 2005).

Entretanto cabe ressaltar que o país já é auto-suficiente, tanto ao atendimento à demanda interna de gasolina, quanto de álcool, devendo em breve também ser em óleo diesel, deixando assim de obter o benefício anteriormente citado.

4.3 Custo da Produção do Biodiesel e o Preço

Para ser economicamente viável, sob o ponto de vista da racionalidade do consumidor, o preço do biodiesel deverá ser igual ou menor que o preço do diesel de petróleo para o consumidor. A dificuldade está no fato que o diesel comercializado no Brasil tem um preço baixo, principalmente se compararmos com outros países (Tabela 1), sendo que isso se deve aos subsídios do governo que desonera o produto de vários tributos, conforme podemos verificar na mesma tabela.

Conforme Plá (2002) o preço de venda do biodiesel deveria cobrir todos os custos de produção e de distribuição sem ultrapassar o preço de venda do diesel convencional, para ser competitivo.

Países	Preço na Bomba US\$/L	Carga de Impostos %
Brasil	0,51	31,2
Itália	1,18	55,1
Estados Unidos	0,46	22,0
Reino Unido	1,49	69,1
Holanda	1,08	55,0
Alemanha	1,19	60,5
França	1,10	60,0
Bélgica	1,06	56,6

Tabela 1 – Comparativo do preço médio do diesel convencional e nível de impostos – 2004

Fonte: Petrobrás (2005)

Ferres (2003) elaborou uma estimativa de custos do biodiesel a partir do óleo de soja e identificou que o custo da produção é comparável ao preço de venda do diesel convencional para o ano de 2001, ou seja, o custo de produzir o biodiesel sem colocar a margem de contribuição e os custos de distribuição é parecido com o preço final ao consumidor do diesel (FERRES, 2003). Essa talvez seja a principal barreira de entrada ao novo combustível no mercado nacional.

Entretanto, é importante relativizar esse custo, uma vez que esse novo combustível além de ser renovável pode trazer vantagens em médio e longo prazo tanto para a saúde das pessoas como para a preservação do meio-ambiente.

Entretanto uma questão fundamental é a de que a partir de 2008 a adição de biodiesel numa proporção de 2% ao óleo diesel passará a ser obrigatória, o que deixará em segundo plano questões como a competitividade deste com o preço do óleo diesel puro, pois o mesmo não mais poderá ser comercializado. Outro fator fundamental que deve ser ressaltado é que o óleo diesel é o combustível que tem o consumo mais massificado, além de um público diferenciado, enquanto que outros combustíveis como a gasolina e o álcool, apesar de terem um número de consumidores maior, não tem um consumo total maior que o óleo diesel.

Assim haverá uma necessidade fixa de disponibilidade de oleaginosas para obtenção do biodiesel, ou seja, a cadeia produtiva deverá garantir o fornecimento de insumos básicos (oleaginosas), sob pena de estarmos efetuando uma substituição da importação de petróleo, por uma importação de insumos básicos, no caso oleaginosas.

Estudos já apontam esse problema como insipiente, pois estima-se que até o ano 2050 deverá dobrar o uso mundial de biomassa disponível. Estes ainda apontam que ocorrerão tensões no que tange ao uso de terra agriculturável para fins de apropriação da biomassa (FISCHER, 2001).

4.5 Biodiesel – Uma Inovação Radical?

A introdução do biodiesel representa uma inovação radical para o país, pois representa uma fonte renovável de energia e, menos poluente, para motores do ciclo diesel. Entretanto nesta fase introdutória, podemos considerá-lo como uma inovação incremental já que a proporção adicionada ao diesel será de 2%.

Analisando a inovação na cadeia de valor agregado, conforme a perspectiva de Afuah e Bahram (1995), para as usinas que irão fazer o processo de transesterificação, o biodiesel representa uma inovação radical, pois as mesmas terão que comprar novos equipamentos e instalações. Para os fornecedores de matérias-primas a inovação representa, na realidade, um novo mercado para comercializar seus produtos, portanto podemos considerar uma inovação incremental. Para as empresas de petróleo o biodiesel representa uma inovação radical na

medida que é um produto substituto e, portanto, concorrente direto da indústria do petróleo. Para os consumidores finais, que são os motoristas de caminhões, ônibus e os próprios fabricantes dos automotores, a inovação é incremental já que não é necessário nem fazer ajustes nos motores e tampouco requer novas habilidades para dirigir. Sob essa perspectiva da inovação podemos fazer previsões otimistas quanto à aceitação do mercado em relação ao biodiesel.

A maior parte das estimativas indicam que o biodiesel será mais caro que o diesel comum, entretanto ainda faltam estudos para levantar com maior precisão, fato esse que leva a uma necessidade de estudos de viabilidade econômica do biodiesel. Na medida que a cadeia produtiva do biodiesel se estruturar deverá haver uma queda do custo de produção, fato esse corroborado pela “*learning curve*”, em que se pode observar uma queda de US\$ 700/m³ para US\$ 200/m³ no custo do etanol entre 1980 e 1998 (GOLDEMBERG, 2003).

Além disso, ainda não se sabe com precisão o custo e o potencial de muitas fontes alternativas de matéria prima como a mamona, dendê, amendoim, óleos e gorduras residuais. Quem sabe estamos diante de uma mudança no paradigma técnico-econômico, sendo o biodiesel um dos fatores chaves do próximo ciclo econômico, podendo influenciar os demais setores da economia?

5. Desenvolvimento Sustentável e o Biodiesel

Analisando a questão do biodiesel sob a ótica da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável procuraremos estimar os efeitos do biodiesel e analisá-lo sob diferentes enfoques do desenvolvimento sustentável: ambiental, econômico e social.

Na abordagem ambiental a utilização do biodiesel mesmo que em proporções ainda pequenas (B2 ou B5) conforme foi visto na seção 3, reduzirá com a emissão de poluentes. A redução de poluentes contribuirá para diminuir os impactos ambientais negativos da combustão do óleo diesel como é o caso do efeito estufa, da chuva ácida, da poluição oriunda da fuligem e da fumaça preta nos grandes centros urbanos. Essa redução proporcionará ganhos na qualidade de vida para a população em geral. Assim o biodiesel vai de encontro às premissas da sustentabilidade, ou seja, da preservação da espécie, tanto animal, quanto vegetal (ver seção 2) e também, por ser um recurso renovável, não trará danos ao patrimônio natural.

A introdução do biodiesel também segue os pressupostos do desenvolvimento sustentável (ver seção 2), na medida em que proporcionarão menores emissões de poluentes e, portanto, mais qualidade de vida para a população em geral, e por ser um combustível renovável poderão atender as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades.

Do ponto de vista econômico, estudos preliminares apontam que o biodiesel terá um custo superior ao diesel, sendo essa uma barreira de entrada para a nova tecnologia. Entretanto, a adoção do biodiesel seria positiva para balança comercial brasileira, tendo em vista que o óleo diesel é o derivado do petróleo mais consumido no país e suas importações vem crescendo anualmente (atualmente cerca 15% do diesel consumido é importado). Há ainda o fato do diesel ser subsidiado pelo governo brasileiro, o que nos leva a crer na possibilidade de fortes subsídios futuros para biodiesel por parte do governo, até porque o biodiesel tem um forte potencial para gerar novos empregos, principalmente na cultura de oleaginosas em regiões como o norte e nordeste (plantação de mamona). Além disso, é preciso relativizar os custos do biodiesel, pois além de ser um combustível renovável, pode trazer vantagens em médio e longo prazo tanto para a saúde das pessoas, quanto para a preservação do meio-ambiente.

Na dimensão social estima-se que a introdução do biodiesel proporcionará tanto a inserção de 250.000 famílias com emprego no meio rural, por meio da agricultura familiar,

quanto o desenvolvimento da indústria nacional de pesquisa e equipamentos. Essa inserção social através de empregos realizar-se-á basicamente nas regiões com maior potencial para produção de oleaginosas, especialmente nas regiões Norte e Nordeste (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO, 2005). Essas poderão cultivar a mamona (oleaginosa resistente a condições climáticas desfavoráveis) aproveitando áreas ociosas e improdutivas tendo a possibilidade de criação de vários postos de trabalho melhorando a qualidade de vida da região.

Porém, é importante que o governo elabore políticas que visem facilitar a vida dos pequenos e médios agricultores, como uma política de impostos que favoreça a determinadas culturas (que não a soja). Essa intenção é demonstrada através da isenção total concedida, tanto para o PIS / PASEP, quanto para a COFINS, para produtores familiares localizados nas regiões Norte, Nordeste e do Semi-Árido que produzam mamona e palma para a produção de biodiesel (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2005).

Portanto, do ponto de vista da sustentabilidade social, o biodiesel promete ser uma alternativa de inclusão social com o poder de trazer prosperidade para regiões desfavorecidas como o Norte e o Nordeste do Brasil.

6. Considerações Finais

Existe uma tendência crescente de expansão do consumo de biodiesel no mundo. Tratados internacionais de redução de emissão de poluentes e uma maior conscientização dos países têm contribuído para que a produção de biodiesel e a demanda pela tecnologia cresçam rapidamente. O Brasil, por ser o país de maior biodiversidade do mundo, pode produzir o biodiesel a partir de várias oleaginosas e tem potencial se tornar o maior produtor de biodiesel.

O governo deu um importante passo ao sancionar a lei de introdução do biodiesel na matriz energética. De uma invenção, o biodiesel está se tornando uma inovação para a sociedade brasileira na medida que trará melhorias para a bem estar das pessoas e, por ser um recurso renovável, é ambientalmente sustentável.

Como vimos anteriormente, a inovação, conforme alguns autores como Rogers (1983) para ser aceita no mercado depende muito mais de fenômenos sociais (comunicação, leis, opinião pública) do que econômicos – tecnológicos (ROGERS, 2003). Essa teoria ajuda a compreender a trajetória do biodiesel, pois já há alguns anos se domina a tecnologia, no entanto a entrada no mercado dependia, e ainda depende, de regulamentações legais e da aceitação do mercado. Assim, é de extrema importância que o governo participe ativamente do processo de implantação e desenvolvimento da cadeia produtiva do biodiesel no Brasil.

Analisando o biodiesel sob a perspectiva econômica, social e ambiental pode-se afirmar que esta inovação representa uma medida de desenvolvimento sustentável, tanto por gerar inclusão social, quanto por emitir menos poluentes que o diesel de petróleo. Alguns autores sustentam que uma invenção para ser considerada uma inovação deve trazer resultados econômicos. No caso do biodiesel, ainda não está comprovado que ele gerará resultados econômicos superiores ao diesel de petróleo.

Mesmo assim, em longo prazo, os produtos agropecuários tendem a apresentar preços declinantes, enquanto a cotação do petróleo tende a subir, principalmente em função da expansão da demanda global sobre as reservas. Assim, a viabilidade econômica do biodiesel parece ser uma questão de tempo. A realização de estudos aprofundados para verificar viabilidade de produção do biodiesel a partir das diferentes fontes de óleo vegetal deve ser uma constante nos projetos brasileiros.

Além disso, existe um fator fundamental, que deve ser foco de futuros estudos: O que garantiria a venda da produção brasileira de oleaginosas para fins de obtenção do biodiesel e não para o mercado externo?

7. Referências

- AFUAH, N. A. & G. N. (1995) *The hypercube of innovation*. Research Policy, p. 24, 51-76.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS (ABIOVE). *Seminário Biodiesel no Rio Grande do Sul*, REFAP, Canoas, 2005.
- AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). *Dados Estatísticos*, Página <http://www.anp.gov.br> Acessada em 15/03/2005.
- AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). *Biodiesel: estratégias para produção e uso no Brasil*. Unicorp, São Paulo, 2005.
- ASSIS, A. N. de. (2004) *A Concepção do Campo Organizacional Sustentável sob a Ótica da Complexidade: uma análise do módulo I do programa Pró-Guaíba*. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- BUNGE ALIMENTOS S/A (2005). *Seminário Biodiesel no Rio Grande do Sul*, REFAP, Canoas, 2005.
- CHRISTENSEN, C. M. (2005) *Innovation Handbook: A road map to disruptive growth*, Strategy and Innovation Collection, Harvard.
- FACULDADE DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS. *El Mercado Mundial de Petróleo*, Chile. Disponível em <http://cipres.cec.uchile.cl/~jrybertt/t2/Pagina3.html>, Acessado em 25/03/2005, 2005.
- FERRES, D. Palestra. In: *Seminário Internacional sobre Biodiesel (ABIOVE / TECPAR) 2003*, [Anais...]. Curitiba; [s.n.], 2003.
- FISCHER, G. & SCHRATTENHOLZER, L. (2001) *Global Bioenergy potentials through 2050*. Biomass & Bioenergy, Pergamon.
- GALLO, W. L. R. (2005). *Especificações de novos combustíveis : o papel da ANP*. In: SEMINÁRIO PARANAENSE DE BIODIESEL, 1., Londrina. Anais eletrônicos... Disponível em: <http://www.tecpar.br/cerbio/Seminario-palestras.htm>. Acesso em 23/03/2005.
- GOLDEMBERG, J. (2003) *REEP – Renewable Energy and Energy Efficiency Partnership*, Campos de Jordão, 2003.
- HENDERSON, R. M. & CLARK, K. B. (1990) *Architectural Innovation: The Reconfiguration Of Existing*. Administrative Science Quarterly, ABI / INFORM, Harvard.
- LABORATÓRIO DE DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS LIMPAS (LADETEL / USP-RP). *Biodiesel: estratégias para produção e uso no Brasil*. Unicorp, São Paulo, 2005.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Seminário Biodiesel no Rio Grande do Sul*, REFAP, Canoas, 2005.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. *Seminário Biodiesel no Rio Grande do Sul*, REFAP, Canoas, 2005.

MITTELBACH, M. et. al. (1985). *Diesel fuel derived from vegetable oils, II: emission tests using rape oil methyl ester*. *Energy in Agriculture*, v. 4, p. 207-215.

OECD. *Analysing the Nexus of Sustainable Development and Climate Change: An Overview*. OECD, 308. 53 pp, 2005.

PARENTE, E. J. (2003) *Biodiesel: Uma aventura tecnológica num país engraçado*. Disponível em: www.tecbio.com.br/Downloads/Livro%20Biodiesel.pdf. Acessado em 22 de maio de 2005.

PLÁ, J. A. (2002). *Perspectivas do Biodiesel no Brasil*. Indicadores Econômicos. FEE, Porto Alegre, v.30, n.2, p.179-190, 2002.

PIRES, A. (2004). *A Energia Além do Petróleo*. IN: Anuário Exame 2004-2005, infraestrutura. Editora Abril, 2004.

PORTER, M. (1999). *Competição: Estratégias Competitivas Essenciais*. Rio de Janeiro: Campus.

PRESIDENTE DA REPÚBLICA. *Lei N° 11.097, DE 13 DE JANEIRO DE 2005*. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm . Acessado em 27 de janeiro de 2005.

PRESIDENTE DA REPÚBLICA. Decreto N° 5.059, DE 30 DE ABRIL DE 2004.

RAMOS, L.P. et al. (2003) *Biodiesel: Um Projeto de sustentabilidade econômica e sócio-ambiental para o Brasil*. *Revista biotecnologia & desenvolvimento – Edição n° 31 – julho-dezembro 2003*, 2003.

ROGERS, E. M. (1983). *Diffusion of Innovation*, 3rd edn, Free Press, New York.

RUSCHEINSKY, A. (2004). *No Conflito das Interpretações: o enredo da sustentabilidade*. In: Ruscheinsky (ORG). *Sustentabilidade: uma paixão em movimento*. Porto Alegre: Sulinas.

TANG, H.K. (1998). *An Integrative Model of Innovation In Organizations*. *Technovation*, 18, 5, 297-309.